Pužni transporter

Pužni transporter je najstarije sredstvo sa kontinualnim dejstvom (pronašao ga je Arhimed oko 250god pre nove ere, kao rešenje pumpe za navodnjavanje).
Princip na kojem se zasniva rad pužnog transportera se sastoji u tome da materijal zbog sopstvene težine i zbog otpora trenja o zidove oluka ne može da se okreće zajedno sa vratilom već biva potiskivan.

KONSTRUKCIJA

1. **oluk sa dovodnim levkom i ispustom**
2. **vratilo sa spiralom (pužem)**
   U zavisnosti od oblika transportne putanje i materijala primenjuju se različiti oblici spirala i različit broj spirala na vratilu.
   Broj spirala na jednom vratilu može da bude: jedan, dva ili tri; a oblici spirala koji se javljaju su:
   - spirala sa punim zidom – za lako pokretljive i zrnaste materijale
   - trakasta spirala – za lako lepljive, vlaknaste, žitke materijale i rasute materijale koji u svojoj strukturi imaju krupnije komade
   - segmentna spirala – za mešane materijale i mešanje materijala
   - konusna spirala sa punim zidovima – za razmekšavanje i sabijanje materijala.
3. **pogonski uređaj** – motor spojnica i reduktor

TRANSPORTNI KAPACITET

$$Q_t = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \psi_p \cdot \gamma_m \cdot k_\delta$$

Površina preseka pužnog transportera je krug, pa je

$$F = \left(\frac{D_s}{2}\right)^2 \pi = \frac{D_s^2 \cdot \pi}{4} \qquad [m^2]$$

pri čemu je:
D_s – prečnik puža [m]

Brzina kojom se kreće materijal pri transportu pužnim transporterom je

$$v = \frac{n_s \cdot h_s}{60} \qquad [m/s]$$

n_s – broj obrtaja vratila u minuti [min^{-1}]
h_s – korak spirale [m]

Uz uzimanje u obzir specifičnosti pužnog transportera izraz za transportni kapacitet se sada može napisati kao

$$Q_t = 60 \cdot C_s \cdot \frac{D_s^2 \cdot \pi}{4} \cdot n_s \cdot h_s \cdot \psi_p \cdot \gamma_m \cdot k_\delta \qquad [kN/h]$$

$\boldsymbol{C_s}$ – uzima u obzir konstrukciju puža:
C_s=0,9 do 1,0 – spirala sa punim zidom (neprekidna zavojna površina)
C_s=0,7 do 0,9– spirala sa trakastom zavojnicom
C_s=0,4 do 0,7 – spirala segmentnog oblika (lopatica, krilca)

Stepen popunjenosti (ψ_p) zavisi od vrste materijala koji se transportuje i veličine komada u strukturi robe. Za pojedine vrste robe preporučuju se sledeće vrednosti:
ψ_p=0,45 za lako pokretljive i neabrazivne materiale (brašno, žito, seme uljarica)
ψ_p=0,3 za malo abrazivne, zrnaste i sitno-komadne robe (so, pesak, fini šljunak, antracit)
ψ_p=0,15 za teško abrazivne i agresivne materijale (pepeo, šljunak, cement, zemlja, ruda...)

Kada je poznat, odnosno zadat, transportni kapacitet iz gornje jednačine se može odrediti odnos h_s/D_s = (0,6 do 1,0) i potreban broj obrtaja vratila puža - n_s

D_s [mm]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
n_{smin} [m^{-1}]	54	45	37	30	24	20	17	15	13	11	9	8
n_{smax} [m^{-1}]	240	210	180	150	125	105	90	75	63	52	45	40

PRORAČUN SNAGE

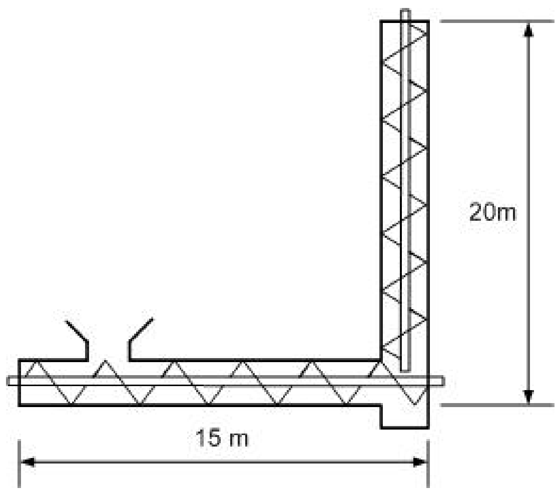
U praktičnom radu se snaga može odrediti preko jedinstvenog koeficijenta µ´ preko sledećeg izraza:

$$N_{CM} = \frac{q_t \cdot L_Q \cdot \mu' \cdot v}{1000 \cdot \eta} \pm \frac{q_t \cdot L_Q \cdot v \cdot \sin\delta}{1000 \cdot \eta} \qquad [kW]$$

Jedinstveni koeficijent otpora (µ´) se kreće od 2 do 5 u slučaju horizontalnog transporta, i od 6 do 19 u slučaju vertikalnog transporta.

Zadatak

Dvosegmentni pužni transporter, čija je konfiguracija prikazana na slici, koristi se kao sredstvo za punjenje silosa stočnom hranom.



Ako je:

- materijal koji se transportuje lako pokretljiv i neabrazivan
- potrebni transportni kapacitet 900 kN/h
- nasipna zapreminska težina materijala 9.1 kN/m^3
- stepen iskorišćenja snage motora 0.85

odrediti potrebnu snagu motora za pokretanje transportera.

Rešenje

$$Q_t = 60 \cdot C_s \cdot \frac{D_s^2 \cdot \pi}{4} \cdot n_s \cdot h_s \cdot \psi_p \cdot \gamma_m \cdot k_\delta \qquad [kN/h]$$

obzirom da se radi o lako pokretljivom i neabrazivnom materijalu

- koristi se spirala sa punim zidom, pa je C_s=0.9 do 1.0, tj. za C_s usvajamo 0.95
- stepen popunjenosti (ψ_p), za lako pokretljive materijale, je 0.45

Uzimajući u obzir da između koraka spirale i prečnika poprečnog preseka iste, važi odnos $h_s = (0.6 \div 1.0) \cdot D_S$, tj. ako usvojima da je $h_s = 0.8\ D_s$, izraz za proizvodnost pužnog transportera se može napisati kao

$$Q_t = 15 \cdot 0.95 \cdot D_s^2 \cdot \pi \cdot n_s \cdot 0.8 \cdot D_s \cdot 0.45 \cdot 9.1 \cdot k_\delta = 146.65 \cdot D_s^3 \cdot n_s \cdot k_\delta$$

Ukoliko posmatramo horizontalni deo transportera (jer kapacitet mora da bude ostvaren na oba dela transportera istovremeno), na kojem je k_δ=1, dobijamo da je

$$Q_{thor} = 146.65 \cdot D_s^3 \cdot n_s$$

odnosno da su nam potrebni prečnik poprečnog preseka spirale – D_s i broj obrtaja osovine spirale – n_s, takvi da je

$$D_s^3 \cdot n_s \geq \frac{900}{146.65} = 6.14$$

Iz date tabele se za odgovarajuće parove (D_s,n_s) bira onaj za koji je prethodni uslov zadovoljen

D_s [mm]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
n_{smin} [m^{-1}]	54	45	37	30	24	20	17	15	13	11	9	8
n_{smax} [m^{-1}]	240	210	180	150	125	105	90	75	63	52	45	40

Za D_s=0.4 m i n_s=90 min^{-1} proizvod $D_s^3 n_s$=5.76
Za D_s=0.5 m i n_s=75 min^{-1} proizvod $D_s^3 n_s$=9.37, pa je to par za koji je zadovoljen uslov.

D_s=0.5 m, a $n_s = \frac{6.14}{D_s^3} = \frac{6.14}{0.5^3} = 49.12 \cong 50 \, {}^{o}\!/\!_{\min}$

$h_s = 0.8 \cdot D_s = 0.8 \cdot 0.5m = 0.4m$

Brzina kojom se kreće teret je

$$v = \frac{n_s \cdot h_s}{60} = \frac{50 \min^{-1} \cdot 0.4m}{60} = 0.33 \, m/s$$

Snaga motora potrebna za pokretanje **horizontalnog dela transportera** je

$$N_{CM}^{hor} = \frac{q_t \cdot L_Q \cdot \mu_h' \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Podužna težina tereta je $q_t = \frac{Q_t}{3600 \cdot v} = \frac{900 \, kN/h}{3600 \cdot 0.33 \, m/s} = 0.757575 \, kN/m = 757.57 \, N/m$

Jedinstveni koeficijent otpora (μ´) se, u slučaju horizontalnog transporta, kreće od 2 do 5, pa usvajamo da je μ'_h=3.5. Sada je

$$N_{CM}^{hor} = \frac{757.57 \, N/m \cdot 15m \cdot 3.5 \cdot 0.33 \, m/s}{1000 \cdot 0.85} = 15.44 \quad kW$$

Snaga motora potrebna za pokretanje **vertikalnog dela transportera** je

$$N_{CM}^{ver} = \frac{q_t \cdot L_Q \cdot \mu_v' \cdot v}{1000 \cdot \eta} + \frac{q_t \cdot L_Q \cdot v \cdot \sin\delta}{1000 \cdot \eta} \qquad [kW]$$

Jedinstveni koeficijent otpora (μ´) se, u slučaju vertikalnog transporta, kreće od 6 do 19, pa usvajamo da je μ'_v=12.5.
Zamenom odgovarajućih vrednosti se dobija da je:

$$N_{CM}^{ver} = \frac{757.57 \, N/m \cdot 20m \cdot 12.5 \cdot 0.33 \, m/s}{1000 \cdot 0.85} + \frac{757.57 \, N/m \cdot 20m \cdot 0.33 \, m/s \cdot \sin 20^\circ}{1000 \cdot 0.85} = 75.54 \, kW$$

Snaga potrebna za pokretanje celog transportera je suma prethodno izračunatih snaga i iznosi

$$N_{CM} = N_{CM}^{hor} + N_{CM}^{ver} = 15.44 + 75.54 = 90.98 \cong 91 \, kW$$